

Beschreibung**Rohrbündelwärmetauscher**

Die Erfindung bezieht sich auf einen Rohrbündelwärmetauscher mit wenigstens einem, ein Heiz- oder Kühlmedium, insbesondere ein Heizgas führenden Kanal, wobei die Rohre der Rohrbündel im wesentlichen achsparallel zur Kanal-Längsachse durch den Kanal verlaufen und das Heiz- oder Kühlmedium durch an den jeweiligen Mantelwänden des Kanals abwechselnd angeordnete und befestigte Ringe und Scheiben in axialer Richtung des Kanals gesehen zickzackförmig durch den im wesentlichen einen kreisringförmigen Querschnitt aufweisenden Kanal geleitet wird.

Für zahlreiche chemische und petrochemische Prozesse werden Rohrbündelwärmetauscher benötigt, die auf der Rohr- und Mantelseite (Kanalseite) mit unterschiedlichen gasförmigen und/oder flüssigen Medien beströmt werden. Dabei werden auf der Kanalseite zur Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten des Wärmetauschers und zur Abstützung der Rohrbündel-Rohre innerhalb des Kanals in bestimmten Abständen Umlenkbleche (Ringe und Scheiben) eingebaut, mit deren Hilfe jeweils zwischen den Umlenkblechen eine quer zu den Rohrbündel-Rohren bzw. Heizflächenrohren gerichtete Strömung des Heiz- oder Kühlmediums erzeugt wird. Diese Strömungskomponente kann an die Heizflächenrohre mit pulsierenden Kräften wirken, so dass diese zur Schwingung angeregt werden und im schlimmsten Fall durch ständiges Schwingen, insbesondere im Resonanzbereich der Rohre, mechanisch belastet werden.

Die Eigenfrequenz der Rohre ist hauptsächlich vom Rohrdurchmesser, der Wanddicke der Rohre und dem Abstand der Stützpunkte (Rohrplatten, Umlenkbleche die ein Rohr anstützen) bestimmt. Die Erregungsschwingungsfrequenz des Mediums (Heiz- oder Kühlmedium) ist von der Querkomponente der Geschwindigkeit des Mediums und der Rohrteilung abhängig. Eine Übereinstimmung der Eigenfrequenz der Rohre mit der Erregungsschwingungsfrequenz führt zu einer Schwingungsresonanz mit unkontrolliert großen Schwingungsamplituden und in Folge dessen zu einer hohen mechanischen Belastung der Rohre und der Gefahr von Rissen oder anderer mechanischer Schäden.

In der technischen Praxis wird die Gefahr einer Resonanzschwingung in der Regel mit Hilfe einer Schwingungsanalyse, die beispielsweise nach der TEMA Norm (Tubular Exchanger Manufacturers Association - Norm) oder einem anderen anerkannten Verfahren durchgeführt werden soll, ausgeschlossen. Um die Resonanzschwingung auszuschließen, ist es oft notwendig, die Eigenschwingung der Rohre durch sehr kurze Abstände der Stützpunkte zu versteifen. Da die Randrohre, d.h. die jeweiligen im Bereich des äußeren bzw. des inneren Mantelbereiches liegenden Rohre, durch jedes zweite Umlenkblech und somit kanalseitig die Außenrohre eines Rohrbündels durch die Ringbleche bzw. Ringe und die inneren Rohre des Rohrbündels durch die Scheiben gehalten werden, werden bzw. würden die Umlenkblechabstände zueinander sehr klein, was zu einem hohen Druckverlust auf der Mantelseite führt bzw. führen würde.

Aus der Druckschrift „Process Gas Waste Heat Recovery Systems for ammonia, methanol, hydrogen and coal gasification plants“, Deutsche Babcock, Babcock-Borsig, Seite 14, ist ein Rohrbündelwärmetauscher mit zwei Gaskanälen und Umlenkblechen bekannt geworden, bei dem kanalseitig die Außenrohre der Rohrbündel durch Ringbleche und die Innenrohre der Rohrbündel durch Scheiben gehalten werden.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen Rohrbündelwärmetauscher zu schaffen, der die vorgenannten Nachteile vermeidet bzw. die jeweiligen Rohre der Rohrbündel innerhalb des Kanals bzw. der Kanäle sicher abzustützen und Schwingungsresonanzen an den Rohrbündelrohren, die zu mechanischen Schäden führen können, zu verhindern.

Die vorstehend genannte Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Die Lösung sieht dabei vor, dass in wenigstens einem Kanal die Ringe und Scheiben jeweils sämtliche Rohre eines Kanals mittels zylindrischer Ausnehmungen bzw. Bohrungen aufnehmen und positionieren und die Perimeterkontur der Ringe und der Scheiben an der Medium-Durchströmungsseite jeweils den Mittelpunkten der äußersten bzw. innersten Rohrbündelrohre folgen, wobei

-3-

die Perimeterkontur einen sämtliche äußersten bzw. innersten Rohre umhüllenden Schenkel umfasst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Durch die erfindungsgemäße Lösung wird ein Rohrbündelwärmetauscher geschaffen, der die nachfolgenden Vorteile aufweist:

- Sämtliche Rohrbündelrohre sind innerhalb des Kanals sicher abgestützt und positioniert,
- sämtliche Rohre sind derart abgestützt, dass die Frequenz der ersten harmonischen Schwingung der Rohre auf jeden Fall oberhalb der Erregungsfrequenz der Rohre infolge der Mediumströmung liegt und infolgedessen auch keine Schwingungsresonanz an den Rohrbündelrohren auftritt,
- trotz kleinerer Stützabstände der einzelnen Rohre wird der Medium-Druckverlust, wenn überhaupt, nur unwesentlich erhöht.

In vorteilhafter Weise bleibt die Breite des Schenkels als Abstand zwischen der Außenwand des Rohres und der Perimeterkontur zumindest partiell konstant. Dies bedeutet, dass bei den besagten Bereichen zwischen dem Mittelpunkt bzw. der Außenwand der äußersten bzw. innersten Rohre zur Perimeterkontur der gleiche Abstand vorherrscht, was von konstruktiver Seite und der Herstellungsseite eine Vereinfachung darstellt.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung liegt die Breite des Schenkels zwischen 3 und 10 Millimeter. Durch diese Ausgestaltung wird erreicht, dass nicht nur innere bzw. zentrale Rohre der Rohrbündel sicher aufgenommen und positioniert werden, sondern auch die äußersten bzw. innersten Rohre des jeweiligen Kanals. In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist die Breite des Schenkels kleiner als 3 Millimeter ausgebildet. Mit dieser Ausgestaltung kann ein Maximum an freiem

Durchtrittsquerschnitt des Heiz- oder Kühlmediums an der Durchströmungsseite der Ringe bzw. Scheiben erzielt werden.

Durch eine zumindest teilweise wellenförmig der Außenkontur der äußersten bzw. innersten Rohre folgenden Perimeterkontur kann eine hinsichtlich Fertigung, verbleibender Durchströmungsquerschnitt usw. vorteilhafte Ausgestaltung der Ringe bzw. Scheiben erzielt werden. Vorteilhaft bzw. zusätzlich vorteilhaft kann es sein, dass die Perimeterkontur zumindest partiell parallel zu einer gedachten Verbindungslinie zweier oder mehrerer äußerer bzw. innerer Rohr-Mittelpunkte verläuft. Dies ist dann vorteilhaft, wenn ausreichend Durchströmungsquerschnitt an den Ringen bzw. Scheiben vorhanden ist und die Perimeterkontur somit nicht jedem einzelnen Rohrquerschnitt folgen muss.

Bei mehr als einem vorhandenen Kanal innerhalb des Rohrbündelwärmetauschers werden zwei oder mehrere Kanäle konzentrisch zueinander angeordnet. Durch diese Maßnahme wird ein kompakter Wärmetauscher erzielt.

In vorteilhafter Weise werden bei zwei oder mehreren vorhandenen Kanälen die mit Perimeterkontur ausgebildeten Ringe und Scheiben im äußeren Kanal oder in den äußeren Kanälen angeordnet. Durch diese Maßnahme kann der durch die Umlenkleche Ring und Scheibe verursachte Druckverlust des Heiz- oder Kühlmediums gering gehalten werden.

In vorteilhafter Ausgestaltung können die Rohre der jeweiligen Rohrbündel als U-Rohre oder als gerade Rohre ausgebildet sein. Damit können erfindungsgemäße Wärmetauscher mit unterschiedlich ausgebildeten Rohrbündeln ausgestattet sein und somit für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle einsetzbar sein.

Vorteilhaft kann es sein, die erfindungsgemäßen Ringe und/oder Scheiben halbmondförmig auszubilden. Dies führt insbesondere bei Rohrbündelwärmetauschern

mit geraden Rohren (anstelle der U-Rohre) zu einer stärkeren Queranströmung der Rohre und somit einem höheren Wärmeübergang.

In vorteilhafter Ausgestaltung werden querschnittseitig die Rohre innerhalb des Kanals in einer dreieck- oder viereckförmigen oder einer anderen geometrischen Teilung bzw. Struktur angeordnet. Die dreieckförmige Teilung bzw. Struktur ist insbesondere bei hohen Drücken im Wärmetauscher vorteilhaft, da damit eine wesentlich höher versteifte Rohrplatte erzielbar ist. Viereckförmige oder andere geometrische Strukturen bzw. Rohrteilungen sind für mittlere und niedrigere Drücke von Vorteil.

Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung an Hand der Zeichnung und der Beschreibung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Rohrbündelwärmetauscher gemäß einem Stand der Technik,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen Rohrbündelwärmetauscher gemäß der Erfindung,

Fig. 3 einen Teilquerschnitt gemäß Schnitt A-A in Figur 2,

Fig. 4 einen Teilquerschnitt gemäß Schnitt B-B in Figur 2,

Fig. 5 eine vergrößerte Detailansicht C gemäß der Figur 3,

Fig. 6 eine vergrößerte Detailansicht D gemäß der Figur 3,

Fig. 7 wie Figur 5, jedoch Rohrbündelrohre innerhalb des Kanals mit einer abweichenden (viereckförmigen) geometrischen Struktur verlegt,

Fig. 8 wie Figur 3, jedoch Rohrbündelrohre innerhalb des Kanals mit einer abweichenden (dreieckförmigen) geometrischen Struktur verlegt,

Fig. 9 eine vergrößerte Detailansicht E gemäß der Figur 8.

Ein Rohrbündelwärmetauscher 1 gemäß einem Stand der Technik ist aus der Figur 1 ersichtlich. Derartige Rohrbündelwärmetauscher werden für unterschiedlichste chemische und petrochemische Prozesse benötigt. Dabei wird ein Heiz- oder Kühlmedium 20, in den häufigsten Fällen ein Heizgas, durch einen Eintrittskanal 18 einem oder mehreren Kanälen bzw. Gaskanälen 4, 5 zugeführt, in dem bzw. denen die Wärme oder Kälte an darin verlaufende Rohre bzw. Heizflächenrohre 3 einer größeren Anzahl von Rohrbündeln 2 abgegeben wird, die ein zu erwärmendes oder abzukühlendes flüssiges oder gasförmiges Medium, beispielsweise Wasser und/oder Dampf, erhitzt oder abkühlt.

Der Aufbau des Rohrbündelwärmetauschers 1 gemäß der Figur 1 sieht vor, dass sich um den zentrisch angeordneten Eintrittskanal 18 in radialer Sichtweise und konzentrisch zueinander der erste Gaskanal bzw. Gaszug 4, der zweite Gaskanal oder Gaszug 5 und anschließend der Austrittskanal 19 anschließt. Die Kanäle 4, 5, 18, 19 weisen dabei eine gemeinsame Längsachse 6 auf, die der Längsachse des Rohrbündelwärmetauschers 1 entspricht. Der Querschnitt des Eintrittskanals 18 ist vorzugsweise im wesentlichen rund und der der Gaskanäle 4 und 5 sowie des Austrittskanals 19 im wesentlichen kreisringförmig.

Der an dem einen Ende des Rohrbündelwärmetauschers 1 durch den Eintrittskanal 18 einströmende Heiz- oder Kühlmediumstrom 20 wird am anderen Ende durch die die Rohrbündel 2 aufnehmende Rohr- bzw. Endplatte 17 um 180° umgelenkt und dem ersten Gaskanal bzw. Gaszug 4 zugeführt. Nach Durchströmung des ersten Gaskanals 4 erfolgt eine weitere 180°-Umlenkung und Zuführung des Heiz- oder

-7-

Kühlmediumstromes 20 in den zweiten Gaskanal 5. Schließlich wird der Heiz- oder Kühlmediumstrom 20 nach Durchströmung des zweiten Gaskanals 5 durch die Rohrplatte 17 ein weiteres Mal um 180° umgelenkt und durch den Austrittskanal 19 aus dem Wärmetauscher 1 ausgeleitet.

Um die Effizienz der Wärme- bzw. Kälteübertragung zwischen Heiz- oder Kühlmedium 20 und dem in den Rohren 3 zirkulierenden und zu erheizenden bzw. abzukühlenden Medium innerhalb der Gaskanäle 4, 5 zu erhöhen und um die Rohre 3 der Rohrbündel 2 abzustützen, ist vorgesehen, die Rohre 3 in bestimmten Abständen mittels Umlenkblechen abzustützen bzw. zu positionieren. Damit wird erreicht, dass der Heiz- oder Kühlmediumstrom 20 nicht parallel zu den Rohren 3 durch den Gaskanal 4, 5 strömt, sondern die Rohre 3 quer bzw. im wesentlichen quer anströmt und damit ein wesentlich besserer Wärmeübergang erzielt wird. Die Umlenkbleche sind derart gestaltet, dass an den beiden Mantelwänden 7, 8 (innere 7 und äußere 8 Gaskanal-Begrenzung) des Gaskanals 4, 5 Ringe 9 bzw. Scheiben 10 jeweils abwechselnd angeordnet sind, so dass eine zickzackförmige Heiz- oder Kühlmedium-Durchströmung des Gaskanals 4, 5 gebildet wird. Dabei werden die äußeren Rohre 3 der im Gaskanal 4, 5 verlaufenden Rohrbündelrohre durch die an der Mantelwand 8 befestigten Ringe 9 und die inneren Rohre 3 der im Gaskanal 4, 5 verlaufenden Rohrbündelrohre durch die an der Mantelwand 7 befestigten Scheiben 10 gestützt und positioniert. Die Rohre 3 werden dabei durch die Ringe 9 bzw. Scheiben 10 in axialer Richtung jeweils mit einem Stützabstand S (Abstand zwischen zwei Ringen 9 bzw. zwischen zwei Scheiben 10) abgestützt, wobei die Abstützung der Scheiben 10 axial betrachtet jeweils mittig zwischen der Abstützung der Ringe 9 liegt.

Ausgehend von diesem Rohrbündelwärmetauscher 1 gemäß einem Stand der Technik weist der erfindungsgemäße Rohrbündelwärmetauscher 1, siehe Figur 2, in wenigstens einem Gaskanal 4, 5 Ringe 9 und Scheiben 10 auf, die jeweils alle Rohre 3 der Rohrbündelrohre dieses Gaskanals 4, 5 mittels jeweils einer zylindrischen Ausnehmung bzw. Bohrung 11 aufnehmen bzw. positionieren. Des weiteren wird erfindungsgemäß die Perimeterkontur 12 der Ringe 9 und der Scheiben 10 an der Medium-

-8-

Durchströmungsseite 13 jeweils den Mittelpunkten 14, 15 der äußersten bzw. innersten Rohrbündelrohre 3 folgen, wobei die Perimeterkontur 12 einen sämtliche äußersten bzw. innersten Rohre 3 umhüllenden Schenkel 16 umfasst.

Bei der Medium-Durchströmungsseite 13 der Ringe 9 bzw. der Scheiben 10 handelt es sich um die Seite 13 der Ringe 9 bzw. Scheiben 10, die von dem Mediumstrom 20 passiert wird und somit den freien Durchgang bzw. Durchtritt des Heiz- oder Kühlmediumstroms 20 zwischen Ring 9 und innerer Mantelwand 7 bzw. Scheibe 10 und äußerer Mantelwand 8 bildet, siehe Figuren 3 bis 9.

Die Perimeterkontur 12 der Ringe 9 bzw. Scheiben 10 an der Durchströmungsseite 13 ist nicht kreisförmig ausgebildet, sondern sie folgt erfindungsgemäß und wie oben beschrieben den Mittelpunkten 14, 15 der äußersten bzw. innersten Rohrbündelrohre 3, d.h. die Perimeterkontur 12 der Ringe 9 den Mittelpunkten 15 der innersten und die Perimeterkontur 12 der Scheiben 10 den Mittelpunkten 14 der äußersten Rohrbündelrohre 3, wobei die Perimeterkontur 12 noch jeweils Ring- bzw. Scheibenmaterial bzw. einen Schenkel 16 mit einschließt, damit jedes einzelne Rohrbündelrohr 3 durch diesen Schenkel 16 umsäumt oder umragt wird (siehe Figuren 3 bis 9), um damit eben auch die innersten bzw. äußersten Rohre 3 lateral sicher abzustützen. Durch die erfindungsgemäße Perimeterkontur 12 wird in vorteilhafter Weise der Strömungsquerschnitt an der Durchströmungsseite 13 der Umlenkleche, d.h. an den Ringen 9 und an den Scheiben 10, so groß wie möglich gehalten. Dabei bleibt die Breite B des Materialüberstandes bzw. Schenkels 16 zwischen Außenwand des äußersten bzw. innersten Rohres 3 und der Perimeterkontur 12 zumindest partiell vorzugsweise konstant. Eine weitere vorzugsweise Ausbildung sieht eine Breite B des Schenkels 16 von drei bis zehn Millimetern, eine besonders bevorzugte Ausbildung sieht eine Breite B des Schenkels 16 von weniger als drei Millimeter vor.

Die Perimeterkontur 12 der Ringe 9 bzw. Scheiben 10 kann, wie in den Figuren 5 und 6 dargestellt, der Außenkontur der äußersten bzw. innersten Rohre 3 wellenförmig folgen, wobei die Perimeterkontur 12 gemäß der Figuren 7 bis 9 vorteilhaft zumindest

partiell der vorgenannten Rohr-Außenkontur wellenförmig folgt. Die Figuren 7 bis 9 zeigen eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung auf, die darin besteht, dass die Perimeterkontur 12 zumindest partiell parallel zu einer gedachten Verbindungslinie zweier oder mehrerer äußerer bzw. innerer Rohr-Mittelpunkte 14, 15 verläuft. In diesem Fall wird die Breite B des Schenkels 16 definiert als senkrechter Abstand zwischen Perimeterkontur 12 und Außenwand des Rohres 3. Anhand der vorgenannten vorteilhaften Ausbildungen können einerseits die erfindungsgemäßen Ringe 9 und Scheiben 10 fertigungsseitig vereinfacht und kostengünstig hergestellt werden und andererseits der freie Durchtrittsquerschnitt des Heiz- oder Kühlmediums 20 an der Durchströmungsseite 13 der Ringe 9 bzw. Scheiben 10 maximiert werden.

Die Bohrungen bzw. zylindrischen Ausnehmungen 11, mit denen die Ringe 9 sowie die Scheiben 10 zur Aufnahme sämtlicher Rohre 3 eines Gaskanals 4, 5 ausgebildet sind, sind dabei derart angeordnet, dass jedes einzelne Rohrbündelrohr 3 achsparallel zur Kanal- bzw. Rohrbündelwärmetauscher-Längsachse 6 fluchtend in den jeweiligen Bohrungen 11 der Ringe 9 und Scheiben 10 aufgenommen und geführt werden. Die Rohre 3 sind mit den Ringen 9 bzw. Scheiben 10 nicht fest miteinander verbunden und können bei Erwärmung im Betriebszustand in den Bohrungen 11 axial frei dehnen.

Durch die erfindungsgemäße Maßnahme, dass die Ringe 9 und Scheiben 10 jeweils sämtliche Rohrbündelrohre 3 eines Kanals bzw. Gaskanals 4, 5 aufnehmen, halbiert sich die vormalige Stützweite S eines jeden Rohres 3 zwischen zwei Ringen 9 bzw. zwischen zwei Scheiben 10 auf die halbe Stützweite $S/2$. Dies ist zum einen vorteilhaft für die laterale Abstützung der Rohrbündelrohre 3, da jedes einzelne Rohr 3 praktisch zweimal so häufig abgestützt wird als bei bekannten Ausführungen. Zum anderen ist die erfindungsgemäße Ausbildung vorteilhaft bezüglich der Verhinderung von Resonanzschwingungen der Rohre 3 und infolgedessen auch der Verhinderung von hohen mechanischen Belastungen dieser Rohre 3, die durch die Resonanzschwingungen hervorgerufen werden.

-10-

Eine Schwingungsresonanz an den Rohren 3 bildet sich bekanntlich, wenn die Eigenfrequenz der Rohre mit der Erregungsschwingungsfrequenz des Mediums bzw. des Heiz- oder Kühlmediumstromes 20 übereinstimmt, wobei die Erregungsschwingungsfrequenz des Mediums von der Querkomponente der Strömungsgeschwindigkeit des Mediums und der Rohrteilung abhängig ist während die Eigenfrequenz der Rohre 3 hauptsächlich vom Rohrdurchmesser, der Wanddicke der Rohre 3 und dem Abstand der Stützpunkte (Rohrplatte 17, Ringe 9 und Scheiben 10) bestimmt wird.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung kann in einfacher Weise die Schwingungsresonanz innerhalb des Rohrbündelwärmetauschers 1 verhindert werden sowie die Rohre 3 sicher abgestützt werden, ohne die Abstände der Umlenkbliche, d.h. die Ringe 9 und Scheiben 10 untereinander zu verringern und somit höhere Druckverluste auf der Kanal- bzw. Heiz- oder Kühlmediumseite 20 zu erzeugen. Durch die halbierten Stützabstände ist es ggf. möglich, ohne die vorteilhafte Wirkung zu verlieren, die Dimension des Stützabstandes zu vergrößern oder die Wanddicke der Rohre 3 zu verringern.

Die Figuren 2 bis 4 zeigen einen erfindungsgemäßen Rohrbündelwärmetauscher 1 auf, der mit zwei in bevorzugter Ausbildung konzentrisch zueinander angeordneten Kanälen bzw. Gaskanälen 4, 5 ausgebildet ist. Dabei sind in vorteilhafter Weise bei zwei oder mehreren vorhandenen Kanälen bzw. Gaskanälen 4, 5 die mit Perimeterkontur 12 ausgebildeten und sämtliche Rohre 3 aufnehmenden Ringe 9 und Scheiben 10 im äußeren Kanal 5 oder den äußeren Gaskanälen angeordnet. Diese Maßnahme verhindert einen hohen Medium-Druckverlust innerhalb des Wärmetauschers 1, da der Mediumstrom 20 im inneren Kanal 4, in dem das Gas noch eine sehr hohe Temperatur aufweist und infolgedessen ein großes Volumen bzw. eine hohe Durchtrittsgeschwindigkeit besitzt, einen freieren Durchtritt, d.h. einen größeren Durchströmungsquerschnitt, vorfindet.

Während die Figuren 2 bis 6 einen erfindungsgemäßen Rohrbündelwärmetauscher 1 mit aus U-Rohren 3 gebildeten Rohrbündeln 2 zeigen, dessen inneres Rohrfeld im Gaskanal 4 und dessen äußeres Rohrfeld im Gaskanal 5 angeordnet ist, zeigen die Figuren 7 bis 9 einen erfindungsgemäßen Rohrbündelwärmetauscher 1 mit aus geraden Rohren 3 gebildeten Rohrbündel 2 auf. Die strukturelle Anordnung dieser geraden Rohre 3 innerhalb des Kanals 4, 5 über den Querschnitt gesehen ist im Gegensatz zur Anordnung der U-Rohre 3 frei gestaltbar. In vorteilhafter Weise können die geraden Rohre 3 querschnittseitig innerhalb des Kanals 4, 5 in einer dreieck- oder viereckförmigen oder einer anderen geometrischen Struktur bzw. Rohrteilung angeordnet werden. Eine dreieckförmige Rohrteilung, wie sie Figuren 8 und 9 aufweisen, bietet sich für Rohrbündelwärmetauscher 1 mit hohen bis sehr hohen Drücken an, während sich viereckförmige Rohrteilungen gemäß der Figur 7 oder eine andere geometrische Rohrteilung sich für mittlere und niedrige Drücke anbietet.

Bei Rohrbündelwärmetauschern 1 mit aus geraden Rohren 3 gebildeten Rohrbündel 2 kann es vorteilhaft sein, Ringe 9 und/oder Scheiben 10 halbmondförmig (nicht abgebildet) auszubilden. Dies führt zu einer stärkeren Queranströmung der Rohre 3 durch den Heiz- oder Kühlmediumstrom 20 und somit auch zu einem höheren Wärmeübergang.

Der erfindungsgemäße Rohrbündelwärmetauscher 1 beschränkt sich nicht auf die in den vorgenannten Figuren aufgeführten Anwendungsbeispiele.

Bezugszeichenliste:

- | | |
|----|---|
| 1 | Rohrbündelwärmetauscher |
| 2 | Rohrbündel |
| 3 | Rohr eines Rohrbündels |
| 4 | Kanal bzw. Gaskanal |
| 5 | Kanal bzw. Gaskanal |
| 6 | Kanal-Längsachse |
| 7 | Innere Kanal-Mantelwand |
| 8 | Äußere Kanal-Mantelwand |
| 9 | Ring |
| 10 | Scheibe |
| 11 | Zylindrische Ausnehmung bzw. Bohrung |
| 12 | Perimeterkontur |
| 13 | Heiz- oder Kühlmedium-Durchströmungsseite |
| 14 | Mittelpunkt äußerster Rohre |
| 15 | Mittelpunkt innerster Rohre |
| 16 | Schenkel |
| 17 | Rohr- bzw. Endplatte |
| 18 | Eintrittskanal |
| 19 | Austrittskanal |
| 20 | Heiz- oder Kühlmediumstrom |

Patentansprüche

1. Rohrbündelwärmetauscher mit wenigstens einem, ein Heiz- oder Kühlmedium, insbesondere ein Heizgas führenden Kanal (4, 5), wobei die Rohre (3) der Rohrbündel (2) im wesentlichen achsparallel zur Kanal-Längsachse (6) durch den Kanal (4, 5) verlaufen und das Heiz- oder Kühlmedium durch an den jeweiligen Mantelwänden (7, 8) des Kanals (4, 5) abwechselnd angeordnete und befestigte Ringe (9) und Scheiben (10) in axialer Richtung des Kanals (4, 5) gesehen zickzackförmig durch den im wesentlichen einen kreisringförmigen Querschnitt aufweisenden Kanal (4, 5) geleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass in wenigstens einem Kanal (4, 5) die Ringe (9) und Scheiben (10) jeweils sämtliche Rohre (3) eines Kanals (4, 5) mittels zylindrischer Ausnehmungen (11) aufnehmen und positionieren und die Perimeterkontur (12) der Ringe (9) und der Scheiben (10) an der Medium-Durchströmungsseite (13) jeweils den Mittelpunkten (14, 15) der äußersten bzw. innersten Rohrbündelrohre (3) folgen, wobei die Perimeterkontur (12) einen sämtliche äußersten bzw. innersten Rohre (3) umhüllenden Schenkel (16) umfasst.
2. Rohrbündelwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite
(B) des Schenkels (16) als Abstand zwischen der Außenwand des Rohres (3) und der Perimeterkontur (12) zumindest teilweise konstant bleibt.
3. Rohrbündelwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die
Breite (B) des Schenkels (16) zwischen 3 und 10 mm liegt.
4. Rohrbündelwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite (B) des Schenkels (16) kleiner 3 mm ist.

5. Rohrbündelwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Perimeterkontur (12) zumindest teilweise wellenförmig der Außenkontur der äußersten bzw. innersten Rohre (3) folgt.
6. Rohrbündelwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Perimeterkontur (12) zumindest teilweise parallel zu einer gedachten Verbindungslinie zweier oder mehrerer äußerer bzw. innerer Rohrmittelpunkte (14, 15) verläuft.
7. Rohrbündelwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei mehr als einem vorhandenen Kanal (4, 5) diese konzentrisch zueinander angeordnet sind.
8. Rohrbündelwärmetauscher nach Anspruche 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei mehr als einem vorhandenen Kanal (4, 5) die mit Perimeterkontur (12) ausgebildeten und sämtliche Rohre (3) aufnehmenden Ringe (9) und Scheiben (10) im äußeren Kanal (5) oder den äußeren Kanälen angeordnet sind.
9. Rohrbündelwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohrbündelrohre (3) als U- Rohre oder als gerade Rohre ausgebildet sind.
10. Rohrbündelwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringe (9) und/oder Scheiben (10) halbmondförmig ausgebildet sind.
11. Rohrbündelwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass querschnittseitig die Rohre (3) innerhalb des Kanals (4, 5) in einer dreieck- oder viereckförmigen oder einer anderen geometrischen Teilung bzw. Struktur angeordnet sind.

Fig.1

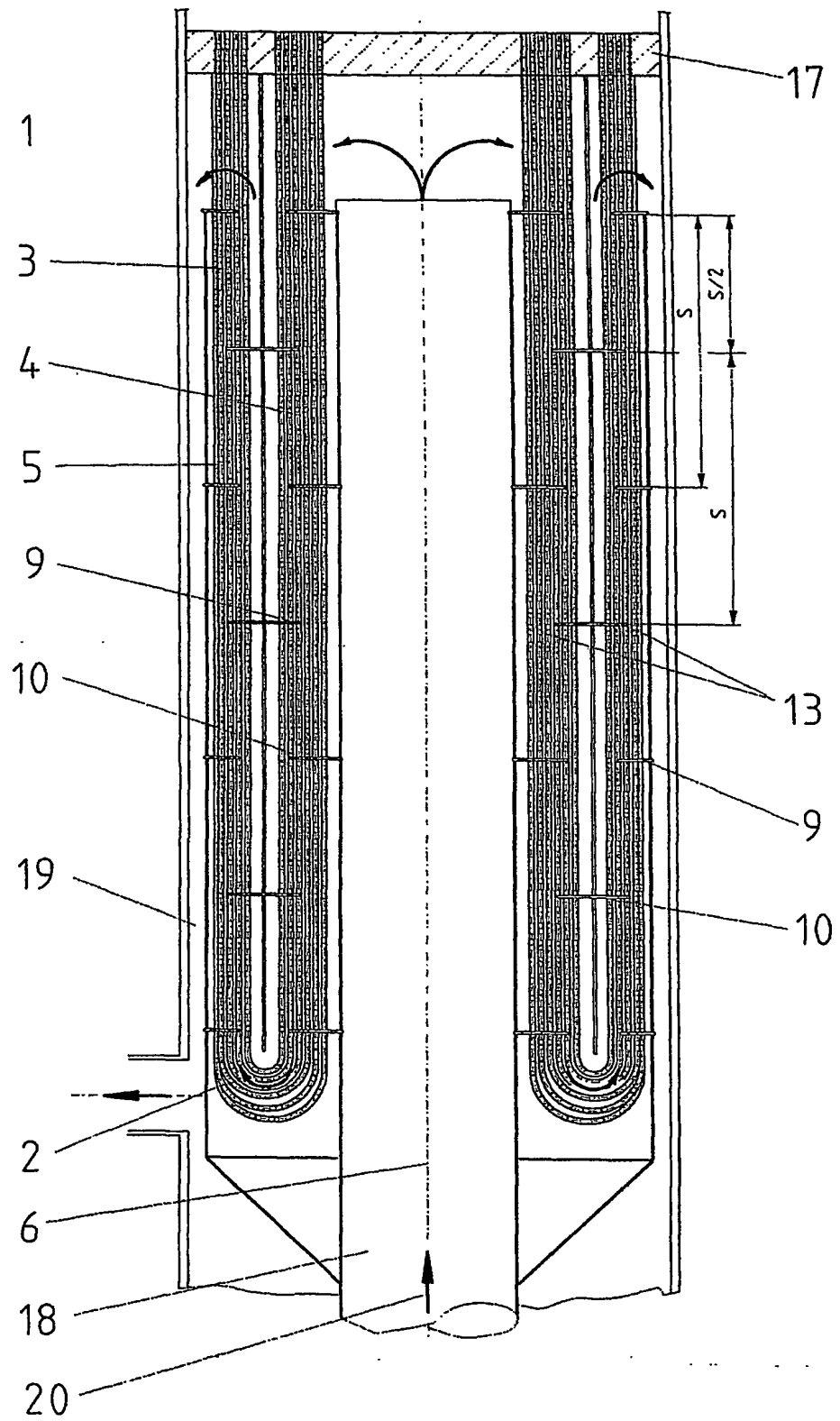


Fig.3

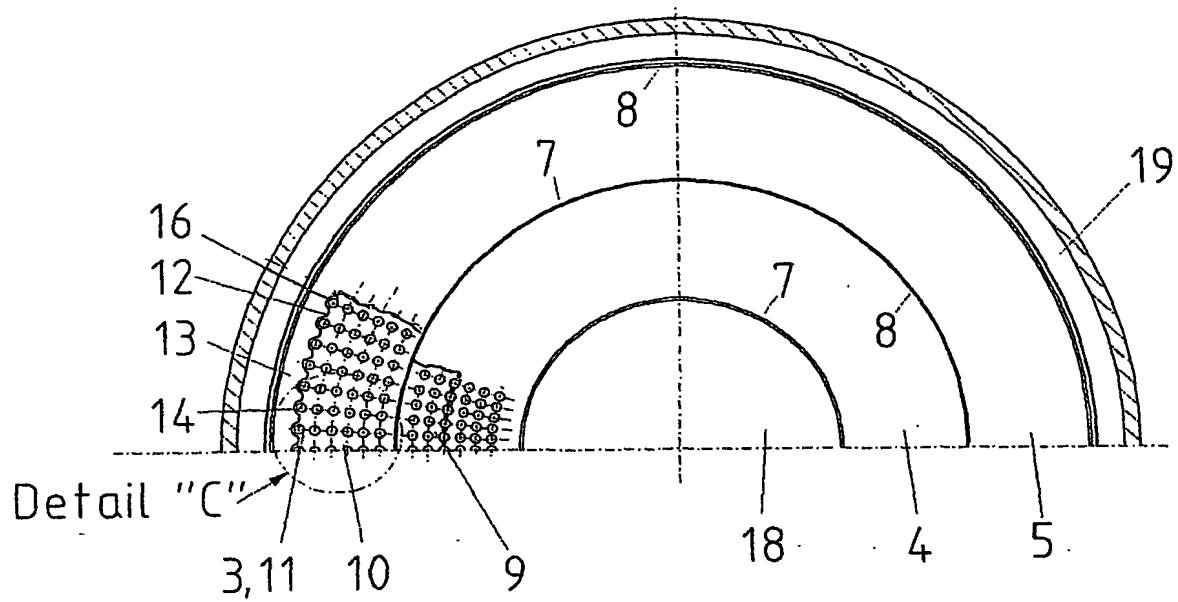


Fig.4

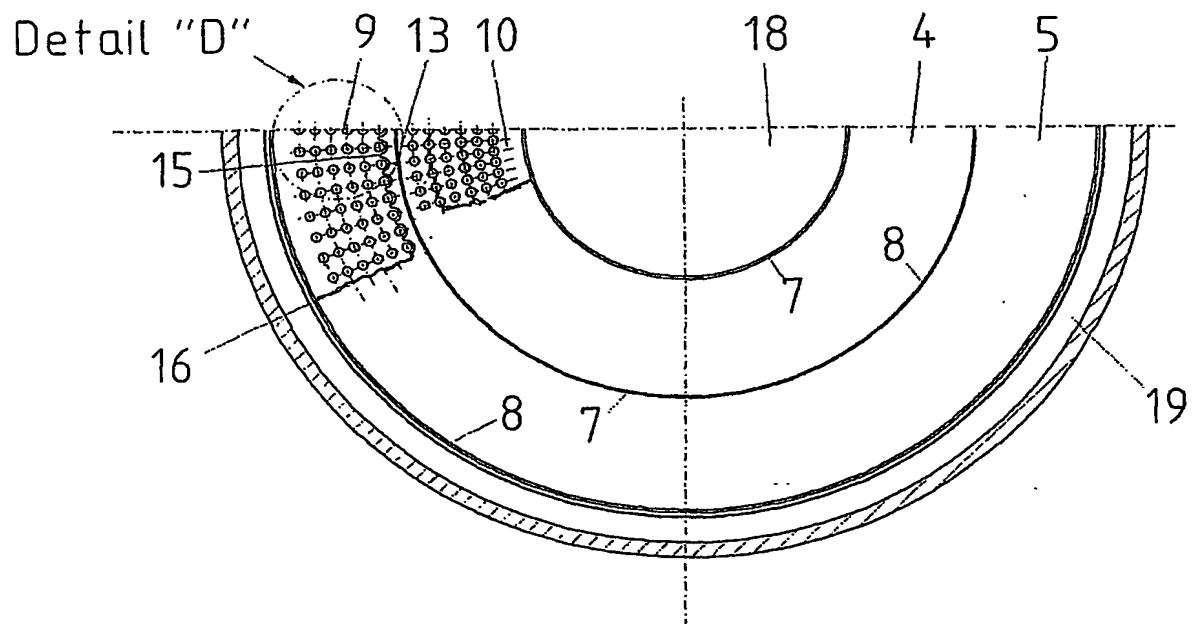


Fig.5

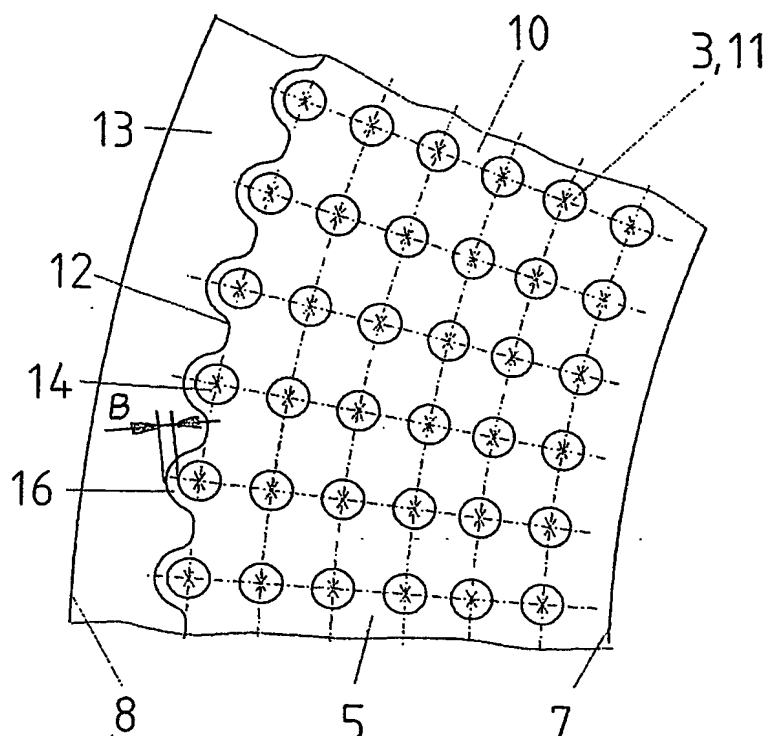


Fig.6

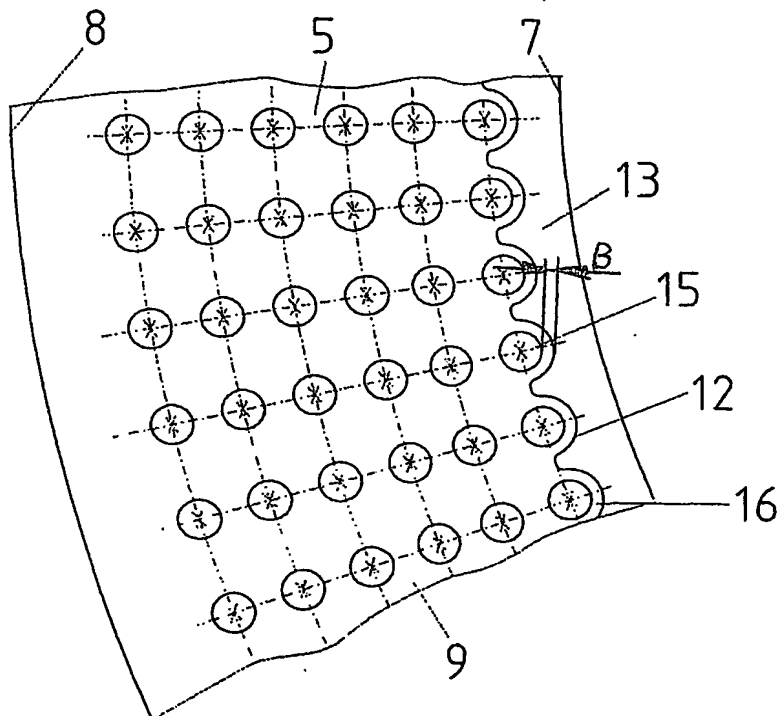


Fig.7

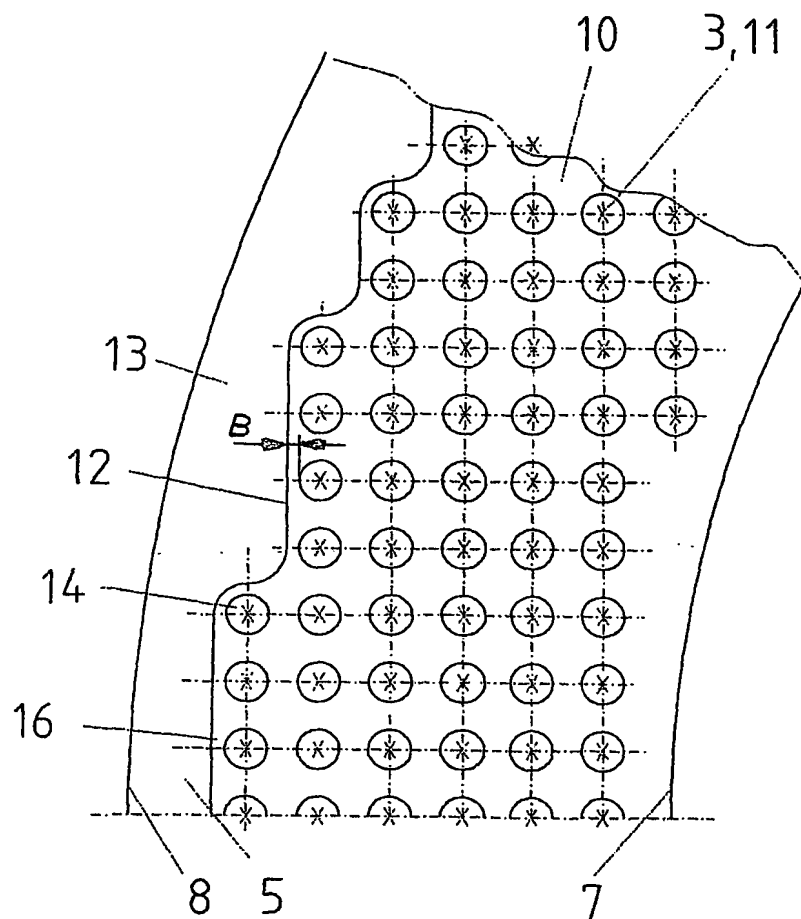


Fig.8

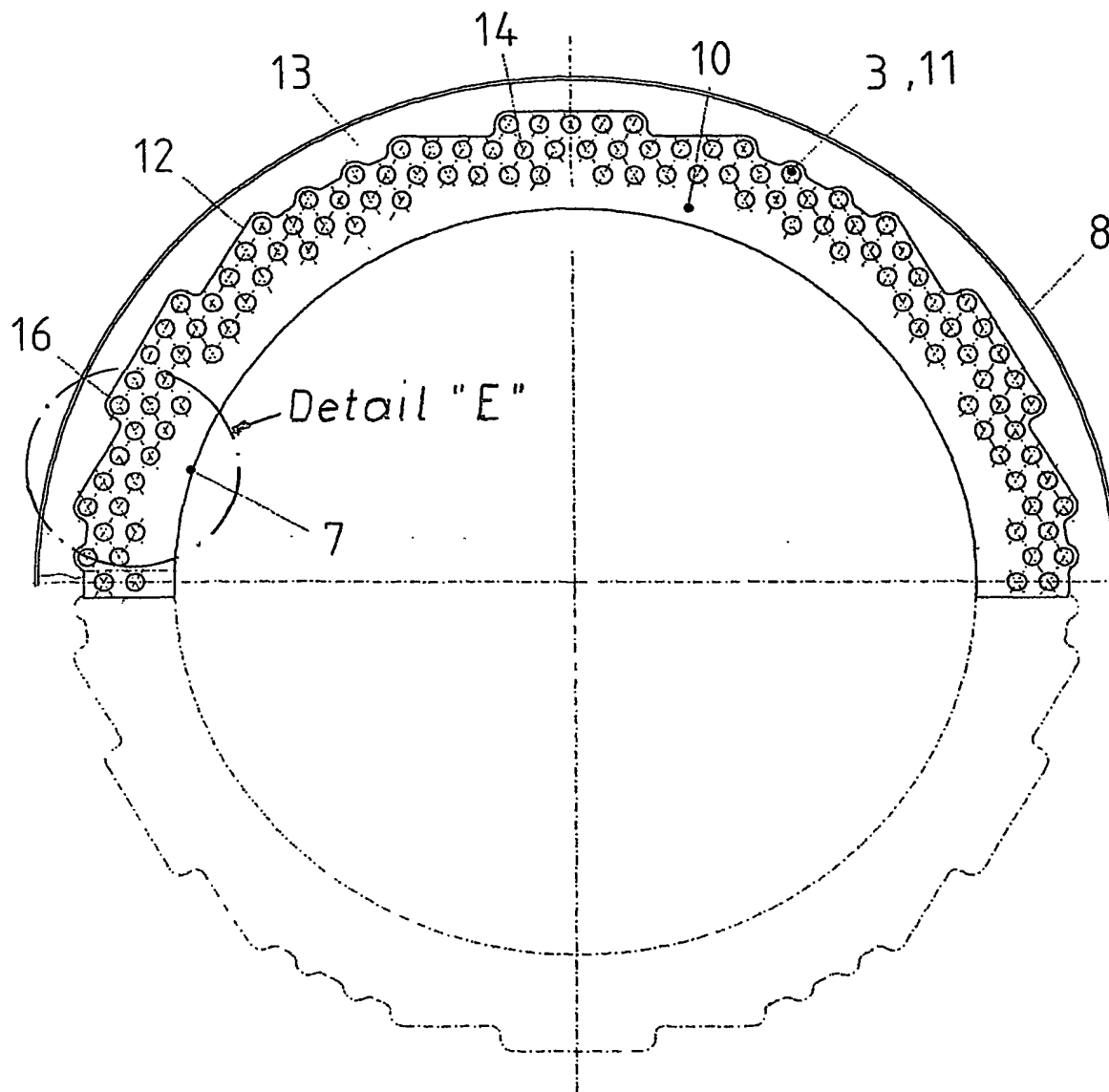
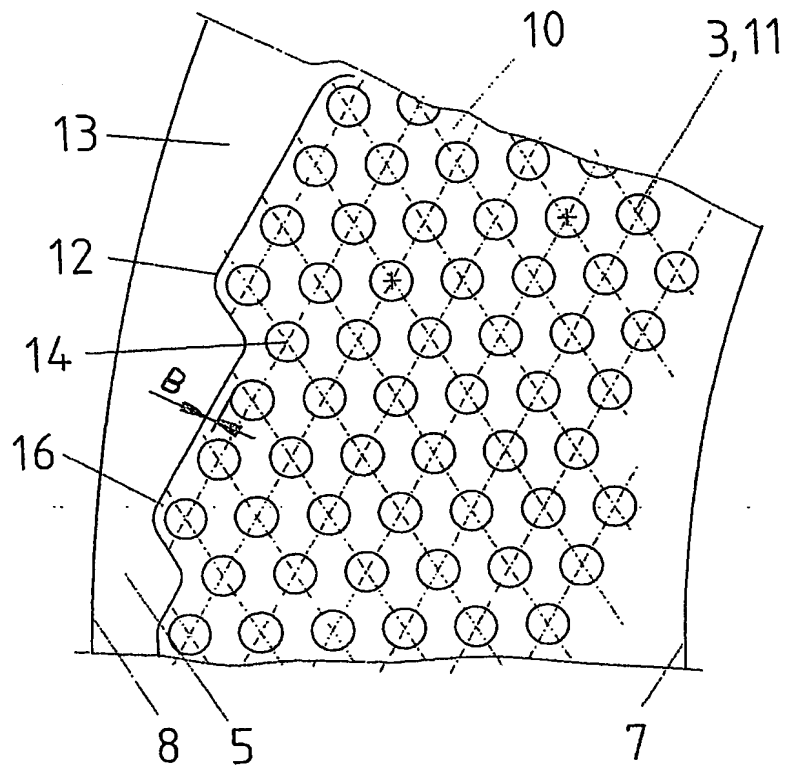


Fig.9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/001439

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F28D7/06 F28F9/013 F28F9/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F28F F28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 253 701 A (LEIDINGER BERNHARD PROF DR) 19 October 1993 (1993-10-19) column 4, line 4 - line 13; figures	1-11
A	US 5 915 465 A (FIX MICHAEL ET AL) 29 June 1999 (1999-06-29) figures	1-11
A	US 3 656 548 A (DONALDSON DESMOND M) 18 April 1972 (1972-04-18) figures 1,2	1,5

☐

Further documents are listed in the continuation of box C.

☒

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 November 2004

Date of mailing of the international search report

01/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mootz, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001439

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5253701	A	19-10-1993	DE 4130693 C1 EP 0532849 A2 JP 2651089 B2 JP 5203376 A RU 2071017 C1	29-10-1992 24-03-1993 10-09-1997 10-08-1993 27-12-1996
US 5915465	A	29-06-1999	EP 0864830 A1 CA 2220607 A1 DE 59705073 D1 DK 864830 T3 JP 10300370 A	16-09-1998 14-09-1998 29-11-2001 04-02-2002 13-11-1998
US 3656548	A	18-04-1972	CA 923490 A1 DE 2119873 A1 FR 2086290 A5 GB 1316514 A ZA 7101986 A	27-03-1973 11-11-1971 31-12-1971 09-05-1973 27-09-1972

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001439

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F28D7/06 F28F9/013 F28F9/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F28F F28D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 253 701 A (LEIDINGER BERNHARD PROF DR) 19. Oktober 1993 (1993-10-19) Spalte 4, Zeile 4 – Zeile 13; Abbildungen	1-11
A	US 5 915 465 A (FIX MICHAEL ET AL) 29. Juni 1999 (1999-06-29) Abbildungen	1-11
A	US 3 656 548 A (DONALDSON DESMOND M) 18. April 1972 (1972-04-18) Abbildungen 1,2	1,5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/12/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Mootz, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001439

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5253701	A	19-10-1993	DE	4130693 C1	29-10-1992
			EP	0532849 A2	24-03-1993
			JP	2651089 B2	10-09-1997
			JP	5203376 A	10-08-1993
			RU	2071017 C1	27-12-1996
US 5915465	A	29-06-1999	EP	0864830 A1	16-09-1998
			CA	2220607 A1	14-09-1998
			DE	59705073 D1	29-11-2001
			DK	864830 T3	04-02-2002
			JP	10300370 A	13-11-1998
US 3656548	A	18-04-1972	CA	923490 A1	27-03-1973
			DE	2119873 A1	11-11-1971
			FR	2086290 A5	31-12-1971
			GB	1316514 A	09-05-1973
			ZA	7101986 A	27-09-1972

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.